

Econometrics. Faculty of Economics. University of Santiago de Compostela.  
In collaboration with the Euro-American Association of Economic Development Studies  
Working Paper Series Economic Development. n° 37

## **EMISIONES DE CO2 Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN PAÍSES DE LA UE**

CANCELO Márquez, M<sup>a</sup> Teresa [mcancelo@usc.es](mailto:mcancelo@usc.es)  
DÍAZ Vázquez, M<sup>a</sup> del Rosario  
Facultad de C.C. Económicas y Empresariales  
Universidad de Santiago de Compostela

---

### **RESUMEN**

La aprobación del Protocolo de Kyoto en diciembre de 1997 supuso la adopción de compromisos obligatorios de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por parte de los países desarrollados y economías en transición. En dicho Protocolo la UE en su conjunto se compromete a reducir sus emisiones en un 8% respecto a las de 1990.

Aunque el compromiso hace referencia a seis gases de efecto invernadero consideramos necesario destacar la importancia del control de las emisiones de CO2 dado que a este gas se le atribuye el 60% del efecto invernadero antropógeno.

En este trabajo analizamos la evolución de las emisiones de CO2 en países de la UE teniendo, para ello, en cuenta la influencia de factores como el crecimiento económico, el consumo energético, la combinación de combustibles utilizada y la población.

---

### **1. INTRODUCCIÓN**

El efecto invernadero es un proceso natural provocado por la existencia de gases en la atmósfera que actúan permitiendo el paso de la radiación solar hacia la Tierra pero reteniendo parte de la radiación solar reflejada por la superficie terrestre. Se produce así un efecto similar al de un invernadero que suaviza las temperaturas en la superficie terrestre permitiendo la vida sobre el planeta.

El problema que se plantea en la actualidad es el de la posible existencia de un efecto invernadero intensificado por la emisión de gases de invernadero a la atmósfera provocadas por las actividades humanas. Se habla así de un efecto invernadero antropógeno. Existe un elevado grado de consenso entre los expertos del clima sobre la existencia de un calentamiento progresivo de la superficie terrestre provocado por el aumento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero. Desde finales del siglo XIX, la temperatura media global ha aumentado entre 0,3 y 0,6°C, incremento que está muy relacionado con el aumento del nivel del mar entre 10 y 25 cm. y para el año 2100 se estima un aumento en la temperatura media entre 1° y 3,5°C y aumentos medios en el nivel del mar entre 15 y 95cm. (IPCC, 1996).

Además de los aumentos en el nivel del mar, la intensificación del efecto invernadero podría provocar cambios en el clima, en las temperaturas y en las precipitaciones, pudiéndose producir en algunas regiones aumentos extremos en las temperaturas, sequías o inundaciones.

Aunque hemos señalado el elevado grado de consenso científico sobre la posibilidad de un cambio climático provocado por el incremento, a causa de las actividades humanas, de las concentraciones de gases de invernadero en la atmósfera, son muchas aún las incertidumbres sobre cuál será el grado de calentamiento, cuándo se producirá y cómo afectará a las distintas regiones. Las más afectadas por ese proceso de cambio serían las futuras generaciones. Si el proceso de cambio climático resulta ser lento y no catastrófico podría permitir la progresiva adaptación de la humanidad a los cambios en el clima y en el funcionamiento de los ecosistemas. Sin embargo, también podría producirse un cambio rápido en el clima, como sucedería en el caso de que se alterase la circulación oceánica. (Instituto de Recursos Mundiales, 1996).

Dado el elevado grado de incertidumbre que presenta la posible evolución del cambio climático podría parecer razonable esperar a que la ciencia nos permita un conocimiento más preciso del proceso y sus consecuencias. Sin embargo, si se espera a que la ciencia resuelva las incertidumbres podría ser demasiado tarde para actuar y las consecuencias, en el peor de los casos, serían catastróficas e irreversibles. Adoptar esta actitud supondría trasladar el problema hacia las futuras generaciones y no respondería a una estrategia orientada hacia el desarrollo sostenible. Teniendo en cuenta la combinación de incertidumbre e irreversibilidad, lo más adecuado sería adoptar una postura basada en la precaución. El elevado riesgo hace así recomendable empezar ya a aplicar medidas para reducir las emisiones de gases de invernadero, comenzando por aquellas que supongan menores costes. (Pearce, 1991).

Es necesario señalar que cualquier actuación aislada de un país o un pequeño grupo de países está condenada al fracaso. Si sólo son algunos países los que se preocupan por controlar sus emisiones, su esfuerzo puede verse más que compensado por el crecimiento de las emisiones en el resto. Además, la dimensión del cambio climático es mundial y todos pueden verse afectados por sus consecuencias, especialmente aquellos países que disponen de menos medios. La única posibilidad de hacer frente al problema planteado es a través de la cooperación y coordinación a escala mundial, especialmente de todas aquellas economías que hayan sido o puedan ser en el futuro grandes emisores de gases de invernadero.

En este trabajo analizaremos, a nivel agregado, las causas de la evolución de las emisiones de CO2 en los países de la Unión Europea entre 1990 y 1995. Para ello, en el apartado 2 expondremos los principales acuerdos internacionales sobre el cambio climático en los que participa la Unión Europea. En el apartado 3 explicaremos las principales fuentes antropógenas de emisiones de gases de efecto invernadero para pasar posteriormente, en los apartados 4 y 5, a analizar la evolución de las emisiones de CO2 en los países de la UE en el periodo señalado. Recogeremos en el apartado 6 las principales conclusiones de este trabajo e incluimos algunas referencias bibliográficas en el apartado 7.

## **2. ACUERDOS INTERNACIONALES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO.**

La cada vez mayor concienciación social y política sobre la naturaleza y dimensión del cambio climático condujo a que, en 1992, se aprobase el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), tratado que fue ratificado por más de 170 países y entró en vigor en 1994. El objetivo último de la Convención se centraba en “lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático” (Artículo 2). En este convenio, todas las Partes se comprometieron a elaborar y publicar inventarios nacionales de

emisiones antropógenas de gases de invernadero y a elaborar programas nacionales en los que se detallasen las medidas que se iban a adoptar para controlar las emisiones. En dicho tratado se reconoce que las distintas Partes tienen responsabilidades comunes pero diferenciadas en función de sus diferentes niveles de desarrollo por lo que, aunque existe un compromiso global de controlar las emisiones, tan sólo se establecieron objetivos precisos para las emisiones de los países desarrollados y economías en transición (Partes del Anexo I). Ese objetivo era retornar a las emisiones de 1990 en el año 2000, aunque más que como un objetivo de obligatorio cumplimiento pasó a considerarse casi como un valor de referencia dado que no obligaba jurídicamente. Se reconocía así la necesidad de que fuesen los países más desarrollados los que adoptasen la iniciativa tanto por su responsabilidad histórica en las emisiones de gases de invernadero como por ser los que disponen de mayores medios. Además, se establecían mecanismos de cooperación y financiación entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo, para que estos últimos pudiesen hacer frente a los compromisos adquiridos por el convenio.

Posteriormente, en la tercera Conferencia de la Partes (COP-3) celebrada en diciembre de 1997, las Partes del Convenio Marco aprobaron el Protocolo de Kioto en el cual, por primera vez, los países del Anexo I adoptaron compromisos obligatorios de reducción de emisiones de gases de invernadero. En concreto: la Unión Europea, Suiza y la mayor parte de los países de Europa Central y del Este se comprometieron a reducir sus emisiones antropógenas de seis gases de invernadero en un 8% sobre los niveles de emisiones de 1990; Estados Unidos en un 7%; y Canadá, Hungría, Japón y Polonia en un 6%. Rusia, Nueva Zelanda y Ucrania se comprometen a estabilizar sus emisiones; Noruega a no incrementarlas más de un 1%, Australia no más de un 8% e Islandia en no más de un 10%. El periodo para el que se fija el compromiso va desde el 2008 al 2012.

Los seis gases de efecto invernadero a los que se refiere el Protocolo son: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre. No se introducen compromisos adicionales para las Partes que no son del Anexo I, manteniéndose los que ya habían adquirido en virtud de la Convención.

La otra novedad importante del Protocolo de Kioto es que introduce tres mecanismos para dotar de mayor flexibilidad a las Partes del Anexo I en el logro de sus compromisos obligatorios de reducción de emisiones. Esos tres mecanismos son:

- a) Aplicación conjunta (Joint Implementation). Las Partes del Anexo I podrán obtener reducción de emisiones por llevar a cabo proyectos para reducir emisiones en otros países que sean Partes del Anexo I.
- b) Mecanismo para un desarrollo limpio (Clean Development Mechanism). Las Partes del Anexo I podrán obtener reducción de emisiones por colaborar con países en desarrollo en proyectos que contribuyan a que estos últimos reduzcan sus emisiones.
- c) Comercio Internacional de Emisiones (International Emissions Trading). Se establece la posibilidad de compra y venta de emisiones entre las Partes del Anexo I. El funcionamiento de estos “mecanismos flexibles” aún no se ha precisado. El objetivo de estos mecanismos es lograr que se reduzcan las emisiones en aquellos lugares o proyectos en los que los costes de reducción sean menores.

El Protocolo de Kioto ha sido firmado por más de 80 países. Entre ellos la UE que actúa como Parte en la Convención Marco y en el Protocolo.

### 3. GASES DE EFECTO INVERNADERO ANTROPÓGENO.

Los principales gases causantes del efecto invernadero antropógeno son: el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), los clorofluorocarbonos (CFCs) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

Entre estos gases el principal es el CO<sub>2</sub>, al que se le atribuye el 60% del efecto invernadero antropógeno desde la época preindustrial; al metano entre el 15 y el 20%; y el 20% restante estaría provocado por otros gases, entre ellos los CFCs y el óxido nitroso.

Las principales fuentes antropógenas de emisiones de CO<sub>2</sub> son la quema de combustibles fósiles y la deforestación; para el metano, las actividades humanas que provocan más emisiones son la producción de energía, la fermentación entérica y el cultivo del arroz; en el caso del óxido nitroso son los fertilizantes agrícolas y los cambios en el uso del suelo. En relación con los CFCs y alguno de sus sustitutos debe señalarse que aunque son gases importantes de efecto invernadero quedan excluidos de los acuerdos internacionales sobre el cambio climático dado que son sustancias que están sometidas ya a control por el Protocolo de Montreal para la protección de la capa de ozono.

Puede así observarse el origen multisectorial de las emisiones antropógenas de gases de invernadero. Por ello, una estrategia orientada a reducir las emisiones debería actuar sobre todos los gases y sobre todos los sectores de forma que se obtengan mayores resultados en aquellas actividades y gases donde la reducción de emisiones suponga menores costes. Asimismo, deberían aumentarse y gestionarse adecuadamente todos aquellos procesos que actúen como sumideros ya que, al absorber dichos gases, evitan que sean emitidos a la atmósfera.

Aunque, como hemos expuesto, lo correcto es adoptar una estrategia multi-gases y multisectorial, vamos a centrar nuestro trabajo en las emisiones de CO<sub>2</sub> ya que, como ya señalamos, a este gas se le atribuye el 60% del efecto invernadero intensificado, a lo que hay que añadir la larga permanencia del CO<sub>2</sub> en la atmósfera, de 50 a 200 años, lo que supone que las emisiones de este gas seguirán teniendo efecto incluso aunque dejase de emitirse en algún momento futuro. Además, debido a que la principal fuente de emisiones de CO<sub>2</sub> se debe al uso de combustibles fósiles, principal fuente de energía en la actualidad, es quizá uno de los gases que presenta mayores dificultades para reducir sus emisiones. Como ha señalado la UE en diversos documentos en los que presenta sus estrategias de reducción de emisiones, el único camino para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> es modificando las estructuras, procesos, equipamientos y comportamientos que directa o indirectamente usen combustibles fósiles. De esta forma, si tenemos en cuenta la larga duración de las inversiones en los sectores energía y transportes, una estrategia dirigida a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> exigirá un horizonte temporal amplio. (Comisión Europea, 1997; Comisión Europea, 1998).

Por las razones expuestas, consideramos de gran relevancia centrar la atención en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Queremos también señalar que, en relación con las emisiones de CO<sub>2</sub>, el dato relevante para cumplir con los objetivos de Kioto son las emisiones netas, es decir, las emisiones por las fuentes menos la absorción por los sumideros inducidas por la actividad humana. En concreto, el Protocolo de Kioto admite que se contabilice la absorción debida a los cambios en el uso de la tierra y a las actividades forestales (teniendo en cuenta la forestación, reforestación y deforestación) y deja la puerta abierta a la introducción en el futuro de otras actividades que permiten la absorción de carbono.

Aunque no trataremos en este trabajo la gestión de los sumideros de carbono sí debe ser tenida en cuenta por los países como una parte de su estrategia para la reducción de emisiones.

#### 4. ANÁLISIS DE LA EMISIONES EN EL PERÍODO 1990-95.

En esta sección vamos a analizar la evolución de las emisiones de CO2 para los años 1990 y 1995, para los países de la UE, Estados Unidos y Japón, para ello, presentamos en la tabla 1 las emisiones de CO2 antropógenas, excluyendo las producidas por el cambio en el uso de la tierra y la actividad forestal. Estos datos incluyen, por tanto, y siguiendo la clasificación del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), las emisiones de CO2 derivadas del procesado de energía, de procesos industriales, de residuos y otras actividades (agricultura y uso de disolventes). Debemos, sin embargo, señalar que las emisiones derivadas del uso de energía representan el 94% de las emisiones de CO2 en la Unión Europea.

Los datos correspondientes a las emisiones de CO2 se han obtenido de la segunda compilación y síntesis de las segundas comunicaciones nacionales de la Convención Marco sobre el Cambio Climático, documento FCCC/CP/1998/ 11/ Add.2. Los datos de PIB (expresados en precios y tipos de cambio de 1990) y de población se han obtenido de la estadística “National Accounts” de OCDE.

Como se puede observar en los datos presentados en la Tabla 1, el conjunto de la UE ha disminuido en un 0.61% anual sus emisiones de CO2 entre los años 1990 y 1995, mientras que Estados Unidos ha incrementado sus emisiones en un 1% anual, y Japón en un 1.6% anual. Dentro de la Unión Europea la evolución ha sido desigual, los únicos países que han disminuido sus emisiones han sido: Luxemburgo (-5.6% anual), Alemania (-2.5% anual) y Reino Unido (-1.4). Por el contrario, los países que han experimentado las mayores tasas de crecimiento de sus emisiones de CO2 han sido: Dinamarca (2.6% anual), Irlanda (2 % anual), Holanda (1.8), Portugal (1.5) y Grecia (1.4). El resto de los países han incrementado sus emisiones en menos de un 1%.

También se puede observar que, sobre el total de las emisiones de la UE, los países que contribuyen con un mayor porcentaje en el año 1990 son Alemania (30.6%), Reino Unido (17.6%), Italia (13 %) y Francia (11.4%), que representan en conjunto más del 70% de las emisiones de la UE. La contribución de estos cuatro países en el año 1995 es del 70% que, aunque sigue siendo muy importante, supone una ligera disminución con respecto a las cifras del año 90. Los restantes once países que componen la Unión Europea se reparten el resto de las emisiones totales con porcentajes que van, en 1990, desde el 0.4% de Luxemburgo hasta el 6.8% de España, manteniéndose unos porcentajes muy similares en el año 1995.

TABLA 1. EMISIONES DE CO2 (miles de toneladas métricas)

	Emisiones CO2. 1990	% Emisiones s/ UE15. 1990	Emisiones CO2 1995	% Emisiones s/ UE15. 1995	Tasa Crecim. CO2 (%)
Austria	61880	1.9	62020	1.9	0.1
Bélgica	116090	3.5	121297	3.8	0.9
Dinamarca	52277	1.6	59532	1.9	2.6
Finlandia	53800	1.6	56050	1.7	0.8
Francia	378379	11.4	385346	12.0	0.4
Alemania	1014155	30.6	894500	27.8	-2.5
Grecia	84575	2.5	90492	2.8	1.4
Irlanda	30719	0.9	33931	1.1	2.0
Italia	432150	13.0	437467	13.6	0.2
Luxemburgo	12750	0.4	9545	0.3	-5.6
Holanda	167550	5.1	183400	5.7	1.8
Portugal	47123	1.4	50841	1.6	1.5
España	226423	6.8	231370	7.2	0.4
Suecia	55445	1.7	58108	1.8	0.9
Reino Unido	583747	17.6	543338	16.9	-1.4
UE	3317063	100	3217237	100	-0.6
USA	4960432	----	5214710	----	1.0
Japón	1124532	----	1218377	----	1.6

Fuente: Framework Convention on Climate Change, FCCC (1998).

Estos datos hacen referencia a las emisiones en términos absolutos pero es necesario tener en cuenta que el volumen total de emisiones está muy relacionado con variables como pueden ser el PIB o la población, por lo que resulta más conveniente analizar las relaciones entre las emisiones y esas variables. Estos datos se recogen en la Tabla 2.

TABLA 2. EMISIONES DE CO2 EN RELACIÓN CON EL PIB (EPIB) Y LA POBLACIÓN (EPOB): toneladas de CO2 emitidas por cada millón de dólares producido y toneladas de CO2 emitidas por habitante.

obs	EPIB 1990	EPIB 1995	EPOB 1990	EPOB 1995
Austria	391	354	8	8
Bélgica	599	589	12	12
Dinamarca	405	417	10	11
Finlandia	399	431	11	11
Francia	317	306	7	7
Alemania	618	501	13	11
Grecia	1020	1008	8	9
Irlanda	674	563	9	9
Italia	395	378	8	8
Luxemburgo	1232	708	33	23
Holanda	591	582	11	12
Portugal	698	703	5	5
España	460	440	6	6
Suecia	241	248	6	7
Reino Unido	598	526	10	9
UE	493	447	9	9
USA	904	848	20	20
Japón	379	385	9	10

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FCCC (1998) y de OCDE (1997).

Puede así observarse que los países con mayores volúmenes de emisiones en términos absolutos no son los mayores emisores si comparamos esos datos con el PIB o la población. En relación con el PIB, aunque Alemania y Reino Unido siguen presentando, tanto para el año 90 como para el año 95, valores muy por encima de la media europea, no sucede lo mismo con Francia e Italia que pasan a situarse entre los cuatro países con menores emisiones en relación con su PIB. Por el contrario, tres países de cohesión, Grecia, Portugal e Irlanda, se sitúan entre los países con mayores emisiones en relación con su PIB, presentando cifras muy superiores a la media europea y superiores también a las de Alemania y Reino Unido. El otro país de cohesión, España, presenta cifras ligeramente inferiores a la media europea.

Por el contrario, si analizamos la relación con la población, los países de cohesión se sitúan por debajo de la media europea al igual que Francia e Italia, con la excepción de Irlanda en el año 95 que se sitúa por encima de la media europea. Los países con menores emisiones per capita son: Italia, Francia, Suecia, España y Portugal. Alemania y el Reino Unido estarían por encima de la media y de los países de cohesión. Suecia es el país con menores emisiones en relación con su PIB y uno de los menores emisores en relación con su población.

Los cuatro países en los que se produce una reducción más importante en la relación emisiones de CO2 con respecto al PIB entre 1990 y 1995 son: Luxemburgo, Alemania, Reino Unido e Irlanda. Los tres primeros, que son los tres únicos países de la UE que han presentado tasas de crecimiento negativas en sus emisiones entre 1990 y 1995, también son los que más reducen sus emisiones per capita. Hay que señalar que, en el caso de estos tres países, se ha producido una reducción de las emisiones al mismo tiempo que se ha incrementado el valor de su PIB. Por el contrario, en el caso de Irlanda, el cuarto país con mayor reducción en la relación entre emisiones y PIB, aunque experimenta una tasa de crecimiento positiva en sus emisiones de CO2 (en un 2% anual), el aumento de su PIB ha sido mucho más importante (tasa de crecimiento anual media del 5.7%).

Comparando la evolución de estas relaciones para el conjunto de la UE con Estados Unidos y Japón, se observa que por término medio las emisiones con respecto al PIB en Estados Unidos casi duplican las de la UE, siendo las de Japón inferiores a la media europea. En el año 1995 este orden se mantiene, aunque hay que señalar una importante disminución del ratio en Estados Unidos (pasando de 904 a 848) que se explica por un aumento en su PIB (crecimiento del 2.3% anual) mayor que el aumento que han experimentado sus emisiones (1% anual).

Con relación a las emisiones per capita, Estados Unidos duplica (tanto en 1990 como en 1995) las emisiones de la Unión Europea y Japón, siendo las de estos dos últimos países muy similares. En la Unión Europea se ha pasado de emitir 9.1 toneladas por habitante en 1990 a 8.6 en 1995, mientras que en Japón ha aumentado ligeramente, pasando de 9.1 a 9.7.

Dado que las emisiones de CO2 están muy relacionadas con el consumo de energía, comentaremos brevemente los datos de consumo energético recogidos en la Tabla 3.

TABLA 3. CONSUMO INTERIOR BRUTO DE ENERGÍA: millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep) para los años 1990, 1995 y tasa media anual de crecimiento en el período (en %).

	CIBEN90	CIBEN95	TCCIBEN
Austria	26	27	0.77
Bélgica	47	50	1.20
Dinamarca	18	21	2.51
Finlandia	28	29	0.35
Francia	222	235	1.14
Alemania	276	339	4.17
Grecia	23	25	1.61
Irlanda	10	11	1.34
Italia	155	163	1.00
Luxemburgo	4	3	-1.73
Holanda	67	73	1.87
Portugal	17	20	3.17
España	89	102	2.80
Suecia	47	50	1.21
Reino Unido	211	220	0.86
UE	1240	1367	1.97
USA	1921	2078	1.59
Japón	433	497	2.82

Fuente: Eurostat (1997) y elaboración propia.

El consumo interior bruto de energía en términos absolutos está muy relacionado, como era de esperar, con el volumen de PIB. Los países con un mayor PIB presentan también cifras más elevadas de consumo interior de energía y son, por este orden: Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y España.

Entre el año 1990 y 1995 se ha producido un crecimiento anual del consumo de energía del 1,97% para el conjunto de la UE, crecimiento inferior al experimentado por Japón (2,82) pero superior al de Estados Unidos (1,59). Dado el objetivo de nuestro trabajo resulta más interesante, no obstante, explicar la evolución del consumo energético en relación con la evolución del PIB, lo que haremos al referirnos a la intensidad energética cuyos datos se recogen en la tabla 4.

Hasta el momento hemos analizado lo que ha sucedido con las emisiones de CO2 en los distintos países de UE, tanto en términos absolutos como en relación con el PIB y la población. A continuación profundizaremos en las causas económicas que, a nivel agregado, permiten explicar la evolución de las emisiones.

Siguiendo a Faber et al (1996), las tres principales variables económicas que permiten explicar la evolución de las emisiones de CO2 son: el PIB, la relación entre emisiones de CO2 y consumo de energía y la relación entre consumo de energía y PIB (intensidad energética).

- La relación entre las emisiones de CO2 y el consumo de energía, considerando el resto de los factores constante, recogería la combinación de combustibles utilizada para proporcionar la misma cantidad de energía. Este dato es relevante si tenemos en cuenta que para producir la misma cantidad de energía el petróleo libera 1,5 veces la cantidad de CO2 emitida por el gas natural y el carbón unas dos veces más que el gas natural (Instituto de Recursos Humanos, 1996).



- La intensidad energética se calcula como el cociente entre el consumo interior bruto de energía y el PIB y mide la energía consumida para producir la misma cantidad de PIB. Las diferencias en la intensidad energética pueden explicarse principalmente por dos situaciones: por las diferencias en la eficiencia en el uso de la energía (al utilizar diferentes cantidades de energía para obtener la misma producción) o bien porque la actividad económica se asiente sobre sectores más o menos intensivos en el uso de energía. El grado de agregación de los datos que estamos utilizando no nos permitirá analizar con detalle cual de las dos es la causa de las diferencias en la intensidad energética.

- Las cifras de PIB presentan una fuerte correlación positiva (0.95) con las de emisiones de CO2.

En la tabla 4 recogemos los datos relativos a la intensidad energética y a la relación entre emisiones y consumo de energía de los países analizados.

TABLA 4. INTENSIDAD ENERGÉTICA Y COCIENTE ENTRE EMISIONES DE CO2 Y CONSUMO INTERIOR BRUTO DE ENERGÍA (tep por cada 1000 dólares producidos y toneladas emitidas por cada tep producida)

	Intensidad Energ. 1990	Intensidad Energ. 1995	CO2/Consumo energía. 1990	CO2/Consumo energía. 1995
Austria	0.16	0.15	2.41	2.32
Bélgica	0.24	0.24	2.46	2.43
Dinamarca	0.14	0.14	2.87	2.89
Finlandia	0.21	0.22	1.89	1.93
Francia	0.19	0.19	1.71	1.64
Alemania	0.17	0.19	3.67	2.64
Grecia	0.27	0.28	3.71	3.66
Irlanda	0.22	0.18	3.01	3.11
Italia	0.14	0.14	2.79	2.69
Luxemburgo	0.35	0.24	3.54	2.89
Holanda	0.24	0.23	2.50	2.50
Portugal	0.25	0.28	2.74	2.53
España	0.18	0.19	2.54	2.26
Suecia	0.20	0.21	1.18	1.17
Reino Unido	0.22	0.21	2.77	2.47
UE	0.18	0.19	2.68	2.35
USA	0.35	0.34	2.58	2.51
Japón	0.15	0.16	2.60	2.45

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat (1997), OCDE (1997) y FCCC (1998).

Examinando estos cocientes se puede observar que la intensidad energética del conjunto de la UE en el año 1990 (0.18 tep por cada 1000 dólares producidos) está claramente por debajo de la americana (0.35) y por encima de la japonesa (0.15). Esta situación se mantiene en el año 1995. Con relación al cociente emisiones de CO2 respecto al consumo interior bruto de energía, la tendencia en la Unión Europea es de reducción del cociente que pasa de 2.68 toneladas métricas emitidas por cada tep consumida, a 2.35 en el año 1995. De esta forma, la media europea en el año 1990 se situaba por debajo de la tasa americana y por encima de la japonesa, mientras que en 1995 es la menor de las tres.

En los países de la Unión Europea la intensidad energética, en el año 1990, varía desde el 0.35 tep por cada 1000 dólares producidos en Luxemburgo hasta el 0.14 de Dinamarca.

Al analizar la relación entre emisiones y PIB y emisiones y población, observábamos como en el año 1990 tres países de cohesión - Grecia, Portugal e Irlanda -estaban entre los cuatro mayores emisores en relación con su PIB (sólo superados por Luxemburgo) mientras que pasaban a situarse por debajo de la media europea si atendíamos a sus emisiones per capita. En los datos de la tabla 4 podemos observar que estos países están, en el año 1990, entre los que presentan cifras más elevadas de intensidad energética, por encima de la media europea (0,27 en Grecia; 0, 25 en Portugal y 0, 22 en Irlanda) y también entre los que tienen un mayor cociente entre emisiones y consumo de energía (3,71 en Grecia; 3,01 en Irlanda y 2,74 en Portugal). Esta situación se repite en Luxemburgo. España, aunque está en la media de la intensidad energética, tiene una relación entre emisiones y consumo de energía algo inferior a la media europea.

La tendencia de los países de cohesión en el año 1995 con relación al año 90 ha sido a aumentar ligeramente su intensidad energética y a reducir su ratio entre emisiones y consumo de energía, con la excepción de Irlanda en la que se observa la evolución contraria.

En el análisis de las emisiones de CO2 con relación al PIB y a la población observábamos también que Francia e Italia, que son dos de los países con mayores emisiones en términos absolutos, se situaban entre los cuatro países con menores emisiones en relación con su PIB y también con emisiones inferiores a la media en relación con su población. En los datos de la Tabla 4 podemos comprobar que Francia, aunque tiene una intensidad energética en torno a la media europea en el año 1990, es uno de los países con menores emisiones en relación con su consumo de energía (1,71), sólo superada por Suecia (1,18). Esta situación se reproduce en el año 1995. Ambos países, Francia y Suecia, se caracterizan por el elevado peso de la energía nuclear (que no emite CO2) en su consumo interior bruto de energía, y también de algunas energías renovables. El caso de Italia es el contrario ya que, aunque sus emisiones en relación con su consumo energético son superiores a la media europea, su intensidad energética es la más baja tanto en el año 1990 como en 1995. Debe destacarse también la situación de Alemania que, a pesar de estar entre los cuatro países con menor intensidad energética en el año 1990, sólo era superada por Grecia en el cociente entre emisiones y consumo energético. Sin embargo, será Alemania el país que más reduzca este cociente entre los años 1990 y 1995.

## 5. DESCOMPOSICIÓN DE LOS CAMBIOS EN LAS EMISIONES DE CO2.

En este apartado, estudiaremos las causas económicas que, a nivel agregado, pueden explicar las variaciones en la emisiones de CO2 en la Unión Europea entre los años 1990 y 1995. Para ello, siguiendo a Faber et al (1996), descompondremos la tasa de crecimiento de las emisiones de CO2 (C) en la suma de las tasas de crecimiento de las tres variables económicas anteriormente citadas: la relación entre emisiones de CO2 y consumo de energía en cada economía (C/E), la relación entre el consumo de energía y el PIB (E/Y) y la tasa de crecimiento del PIB (Y). Estas tres variables, cuyos datos recogemos en la Tabla 5, son las que tienen mayor influencia en la evolución de las emisiones de CO2:

La descomposición propuesta, se puede representar a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\Delta(C/E)}{C/E} + \frac{\Delta(E/Y)}{E/Y} + \frac{\Delta Y}{Y}$$

En la Tabla 5 se puede observar que, en comparación con Estados Unidos y Japón, la Unión Europea es la única que experimenta una reducción en la tasa de crecimiento anual de sus emisiones de CO2 (-0.61%), Japón es el que presenta un mayor crecimiento (1.62%). La reducción que se observa en la Unión Europea es debida a la reducción en su cociente emisiones de CO2 respecto al consumo energético (-2.5% anual), aunque su PIB ha crecido a una tasa del

1.36 y ha sido acompañado por un crecimiento en la intensidad energética (0.61). El crecimiento experimentado por las emisiones en Japón se debe, fundamentalmente, al crecimiento en su ratio de intensidad energética, que presenta una tasa anual media del 1.5%. En Estados Unidos aunque se produce una reducción del ratio de emisiones con relación al consumo energético y de la intensidad energética, estas bajadas se han visto compensadas por el crecimiento de la producción (2.30% anual).

TABLA 5. DESCOMPOSICIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO MEDIA ANUAL ENTRE 1990 Y 1995 DEL CO2: Tasa de crecimiento del cociente CO2/Consumo de energía; de la intensidad energética y del PIB

	TC del CO2	TC del CO2/ Cons.energ	TC Intens. energética	TC del PIB	Resto
Austria	0.05	-0.72	-1.23	2.02	-0.03
Bélgica	0.88	-0.32	-0.03	1.23	0.00
Dinamarca	2.63	0.12	0.46	2.03	0.01
Finlandia	0.82	0.47	1.09	-0.73	-0.01
Francia	0.37	-0.76	0.08	1.06	-0.01
Alemania	-2.48	-6.38	2.39	1.73	-0.22
Grecia	1.36	-0.25	0.02	1.59	0.00
Irlanda	2.01	0.66	-4.17	5.74	-0.23
Italia	0.24	-0.75	-0.12	1.12	-0.01
Luxemburgo	-5.63	-3.97	-6.80	5.44	-0.30
Holanda	1.82	-0.05	-0.24	2.11	-0.01
Portugal	1.53	-1.58	1.74	1.40	-0.03
España	0.43	-2.30	1.46	1.32	-0.05
Suecia	0.94	-0.26	0.81	0.40	0.00
Reino Unido	-1.42	-2.26	-0.31	1.17	-0.02
UE	-0.61	-2.50	0.61	1.36	-0.04
USA	1.00	-0.58	-0.69	2.30	-0.03
Japón	1.62	-1.17	1.50	1.30	-0.01

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat (1997), OCDE (1997) y FCCC (1998).

Dentro de la Unión Europea, la situación es desigual entre los países. Podemos distinguir tres situaciones:

a) Países que reducen sus emisiones de CO2. Los tres únicos países que reducen sus emisiones entre 1990 y 1995 son: Luxemburgo, Alemania y Reino Unido. En el caso de Alemania la disminución se produce exclusivamente por la reducción en la relación CO2 respecto al consumo energético, siendo este también el factor fundamental en la disminución experimentada por las emisiones de Reino Unido, aunque en es segundo caso existe también una ligera reducción en la intensidad energética. Sin embargo, en Luxemburgo a pesar de existir una importante tasa de crecimiento de su producción (5.44% anual) se ve compensada por una evolución negativa en los dos factores restantes, muy especialmente por la fuerte reducción de su intensidad energética (- 6.80%). El resto de los países experimenta un incremento de sus emisiones de CO2. En la mayoría de los casos este incremento es inferior al crecimiento de la producción, aunque existen algunos países en los que se produce un incremento de las emisiones superior al del PIB.

b) Países con crecimiento de sus emisiones mayores que el crecimiento del PIB. En esta situación se encuentran: Dinamarca, Portugal, Suecia y Finlandia. Cabe destacar el caso de Finlandia en la que, a pesar de ser el único país que tiene un crecimiento de su producción negativo, sufre un aumento en sus emisiones de CO2 ya que han aumentado los otros dos factores considerados en el análisis. Dinamarca presenta la peculiaridad de que es el único país en el que se incrementan todas las tasas analizadas. De todas formas hay que señalar que el rasgo común en los cuatro países mencionados es que la diferencia entre el crecimiento del PIB y el de las emisiones se debe fundamentalmente al aumento de su ratio de intensidad energética.

c) Países con crecimiento de sus emisiones menores que el crecimiento del PIB. En este tercer caso se incluirían el resto de los países de la UE analizados donde, en general, el efecto del ratio emisiones de CO2 respecto al consumo energético ha sido la principal causa de la diferencia entre el crecimiento del PIB y de las emisiones. Las excepciones son Holanda, Austria e Irlanda. En los dos primeros también se producen disminuciones en el ratio emisiones/consumo energético aunque menores a las experimentadas por su intensidad energética. Sin embargo, en el caso de Irlanda ha habido un fuerte incremento de su PIB (5.74% anual) que se ha visto acompañado por un incremento en la relación entre emisiones y consumo energético por lo que, a pesar de presentar una de las reducciones más importantes en la intensidad energética (4.17%), tiene uno de los mayores incrementos en las emisiones de CO2, sólo superadas por Dinamarca.

En cualquier caso, al margen de las conclusiones que se puedan derivar de este análisis sería conveniente realizar un estudio que abarcara un período de tiempo más amplio con el objeto de corroborar o matizar las tendencias observadas para estos años.

## 6. CONCLUSIONES

Del análisis de los datos utilizados podemos extraer las siguientes conclusiones:

1- Hemos observado que los países con mayor volumen de emisiones en la UE (Alemania, Reino Unido, Italia y Francia) no son los mayores emisores en términos per capita ni en relación con su PIB. Aunque Alemania y Reino Unido seguirían estando por encima de la media, Italia y Francia pasan a situarse entre los países con menores emisiones per capita y con relación al PIB. En el caso de Italia esto puede explicarse principalmente por su intensidad energética mientras que en el de Francia estaría explicado por la combinación de combustibles utilizada.

2- Por el contrario, tres países de cohesión (Grecia, Portugal e Irlanda) se encuentran entre los países más emisores en relación con su PIB aunque, en general, presentan cifras reducidas en sus emisiones per capita. Estos países tienen elevados niveles tanto de intensidad energética como de la relación emisiones/consumo energético.

3- Dentro de la Unión Europea, sólo tres países reducen sus emisiones en el periodo señalado (Luxemburgo, Alemania y Reino Unido), aunque hay un grupo amplio de países que, a pesar de incrementar sus emisiones, lo hacen a un ritmo menor que el crecimiento de la producción. En la mayoría de los casos anteriores, el decrecimiento o el menor crecimiento de las emisiones respecto al crecimiento del PIB se ha debido a reducciones en la relación emisiones/consumo energético. Cabe, sin embargo, destacar las importantes reducciones experimentadas por Luxemburgo e Irlanda en su intensidad energética

4- En comparación con Estados Unidos y Japón (países que también ratificaron el Convenio Marco de Cambio Climático y son firmantes del Protocolo), la Unión Europea es la única que ha reducido sus emisiones antropógenas de CO2 entre 1990 y 1995 y, por tanto, la única que ha seguido una senda coherente con el compromiso adoptado en la Convención Marco (reducir las emisiones a los niveles de 1990 en el año 2000). Esta reducción se ha basado principalmente en

una disminución en el cociente entre emisiones y consumo energético, lo que está relacionado con la combinación de combustibles utilizada para el consumo interior bruto de energía, aunque se ha visto ayudada por un crecimiento moderado en la producción. Parece, sin embargo, necesario que se incrementen los esfuerzos en la reducción de la intensidad energética ya que ha experimentado un crecimiento en el conjunto de la UE entre los años considerados.

Somos, aún así, conscientes de que las medidas de mayor importancia que puedan adoptarse para reducir el consumo de energía necesitarán un plazo de tiempo más amplio para su aplicación y para la obtención de resultados.

### **Referencias bibliográficas**

COMISIÓN EUROPEA(1997). *"The EU approach for Kyoto"*. Doc. COM(97)481

COMISIÓN EUROPEA(1998). *"El cambio climático. Hacia una estrategia post-Kioto"*. Doc. COM (98) 353

EUROSTAT(1997). *"Anuario Estadístico"*.

FABER, M. et al.(1996). *"Ecological Economics"*. Edward Elgar.

FCCC(1998). *"Second compilation and synthesis of second national communications"*. Doc FCCC/CP/1998/11/Add.2

INSTITUTO DE RECURSOS HUMANOS(1996). *"World resources. La guía global del medio ambiente"*. Ecoespaña, Madrid.

IPCC(1996). *"Climate Change:1995"*. IPCC Second Assessment Report. Summary for Policymakers.

OCDE(1997). *"National Accounts"*. Vol.1.

PEARCE, D. (ed.) (1991). *"Blueprint 2. Greening the World Economy"*. Earthscan Publications Limited, London.